

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

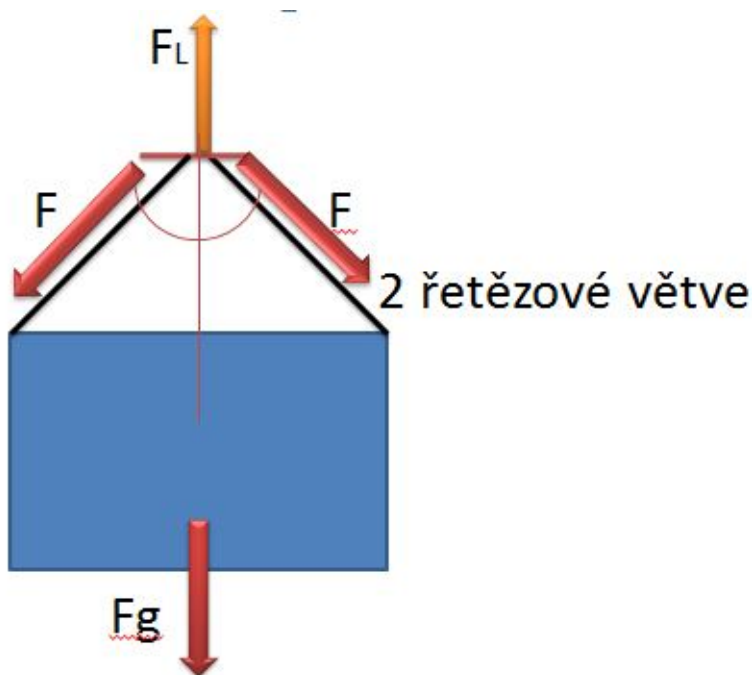
Číslo projektu	CZ .1 .07/1.1 .36/02.0066
Autor	Pavel Florík
Předmět	Mechanika
Téma	Namáhání součástí na tah
Metodický pokyn	výkladový text s ukázkami

Napětí v tahu-výpočet řetězu zatíženého proměnlivou silou.

Příklad č. 2

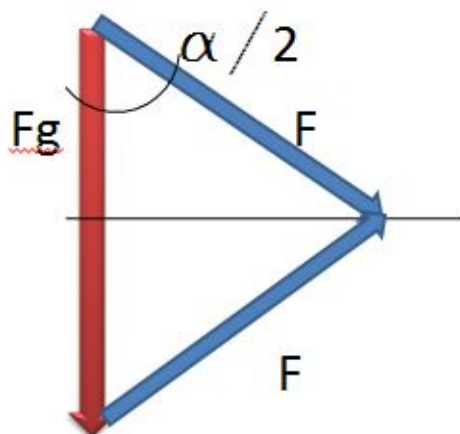
Břemeno o hmotnosti 60000 N je zvedáno jeřábem na článkovém řetězu viz. obr. o dovoleném zatížení v tahu:

$\sigma_{Dt} = 60 \text{ Mpa}$. Máme zjistit, jak se bude měnit síla v řetězu a průměr jeho článku v závislosti na úhlu pod kterým je břemeno zavěšeno. Výsledky zobrazíme i v diagramech $F - \alpha$ a $d - \alpha$



Rozbor úlohy:

Budeme-li měnit úhel zavěšení břemene při jeho konstantní hmotnosti, dojde k nárůstu síly ve větvích řetězu a tím i ke změně rozměru jeho jednotlivých článků, tak aby bezpečně přenesly požadovanou zátěž.



Postup řešení:

1. Provedeme výpočet síly v řetězu pro změnu úhlu α . Graficky i početně. Viz. obr.
2. Vyjádříme v diagramu $F - \alpha$
3. Určíme průměr článku řetězu d v závislosti na síle F .
4. Opět vyjádříme v diagramu $d - \alpha$

ad.1: Určení jednotlivých kroků ve změně úhlu zavěšení potřebných pro výpočet tahové síly ve větvi řetězu.

```
ftab = Table[ $\alpha$  Degree, { $\alpha$ , 0, 175, 5}]
```

```
{0, 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°, 35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60°,  
65°, 70°, 75°, 80°, 85°, 90°, 95°, 100°, 105°, 110°, 115°, 120°,  
125°, 130°, 135°, 140°, 145°, 150°, 155°, 160°, 165°, 170°, 175°}
```

```
ClearAll[Fg]
```

```
Fg = 60 000
```

```
ClearAll::ssym : Fg is not a symbol or a string. >>
```

```
60 000
```

```

vysl = Table[{ $\alpha$ , NSolve[ $F = \frac{F_g}{2 \cos[\alpha/2]}$  ]}, { $\alpha$ , ftab}]

{{0, {{F → 30 000.}}}, {5 °, {{F → 30 028.6}}}, {10 °, {{F → 30 114.6}}},
{15 °, {{F → 30 258.9}}}, {20 °, {{F → 30 462.8}}}, {25 °, {{F → 30 728.4}}},
{30 °, {{F → 31 058.3}}}, {35 °, {{F → 31 455.9}}}, {40 °, {{F → 31 925.3}}},
{45 °, {{F → 32 471.8}}}, {50 °, {{F → 33 101.3}}}, {55 °, {{F → 33 821.5}}},
{60 °, {{F → 34 641.}}}, {65 °, {{F → 35 570.7}}}, {70 °, {{F → 36 623.2}}},
{75 °, {{F → 37 814.2}}}, {80 °, {{F → 39 162.2}}}, {85 °, {{F → 40 690.3}}},
{90 °, {{F → 42 426.4}}}, {95 °, {{F → 44 405.6}}}, {100 °, {{F → 46 671.7}}},
{105 °, {{F → 49 280.4}}}, {110 °, {{F → 52 303.4}}}, {115 °, {{F → 55 834.8}}},
{120 °, {{F → 60 000.}}}, {125 °, {{F → 64 970.4}}}, {130 °, {{F → 70 986.}}},
{135 °, {{F → 78 393.8}}}, {140 °, {{F → 87 714.1}}}, {145 °, {{F → 99 765.3}}},
{150 °, {{F → 115 911.}}}, {155 °, {{F → 138 607.}}}, {160 °, {{F → 172 763.}}},
{165 °, {{F → 229 839.}}}, {170 °, {{F → 344 211.}}}, {175 °, {{F → 687 768.}}}}

```

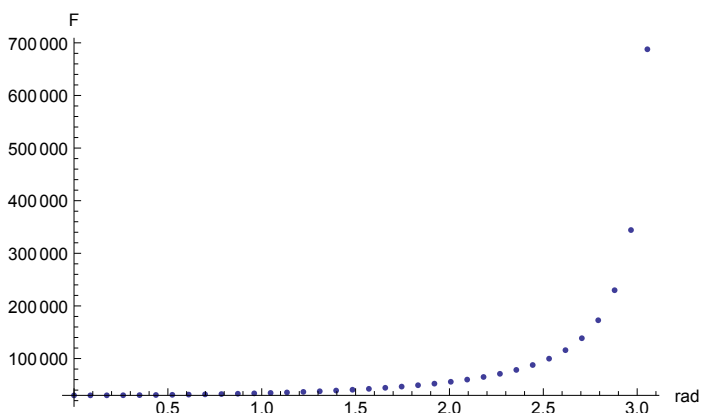
Nárůst velikosti síly :

vysl // TableForm

0	F → 30 000.
5 °	F → 30 028.6
10 °	F → 30 114.6
15 °	F → 30 258.9
20 °	F → 30 462.8
25 °	F → 30 728.4
30 °	F → 31 058.3
35 °	F → 31 455.9
40 °	F → 31 925.3
45 °	F → 32 471.8
50 °	F → 33 101.3
55 °	F → 33 821.5
60 °	F → 34 641.
65 °	F → 35 570.7
70 °	F → 36 623.2
75 °	F → 37 814.2
80 °	F → 39 162.2
85 °	F → 40 690.3
90 °	F → 42 426.4
95 °	F → 44 405.6
100 °	F → 46 671.7
105 °	F → 49 280.4
110 °	F → 52 303.4
115 °	F → 55 834.8
120 °	F → 60 000.
125 °	F → 64 970.4
130 °	F → 70 986.
135 °	F → 78 393.8
140 °	F → 87 714.1
145 °	F → 99 765.3
150 °	F → 115 911.
155 °	F → 138 607.
160 °	F → 172 763.
165 °	F → 229 839.
170 °	F → 344 211.
175 °	F → 687 768.

ad.2 : V grafu F - α . POZOR ! na ose pro úhel je α vyjádřená v radiánech !!!

```
ListPlot[Table[{aaa[[1]], F /. aaa[[2]][[1]][[1]]}, {aaa, vysl}],
  PlotRange -> All, AxesLabel -> {"rad", "F"}]
```



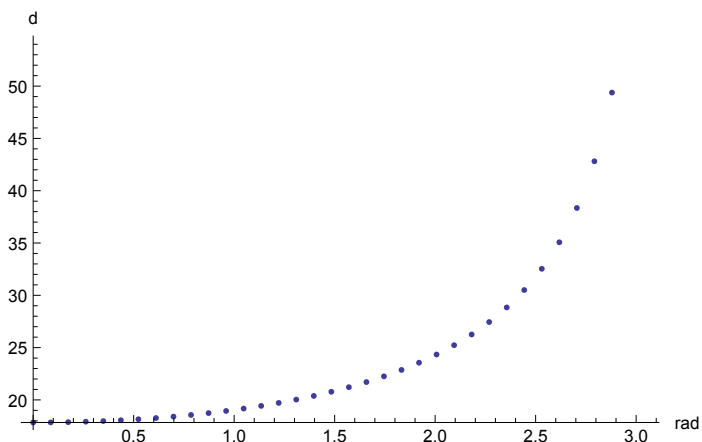
ad .3 Určení průměru “d” článku řetězu z pevnostní rovnice pro tah:

$$F/S = \sigma_{Dt} ; S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} ; \rightarrow d = \sqrt{\frac{2F}{\pi \cdot \sigma_{Dt}}}$$

```
pomocna = Table[{aaa[[1]], F /. aaa[[2]][[1]][[1]]}, {aaa, vysl}]
{{0, 30 000.}, {5 °, 30 028.6}, {10 °, 30 114.6}, {15 °, 30 258.9},
 {20 °, 30 462.8}, {25 °, 30 728.4}, {30 °, 31 058.3}, {35 °, 31 455.9},
 {40 °, 31 925.3}, {45 °, 32 471.8}, {50 °, 33 101.3}, {55 °, 33 821.5},
 {60 °, 34 641.}, {65 °, 35 570.7}, {70 °, 36 623.2}, {75 °, 37 814.2},
 {80 °, 39 162.2}, {85 °, 40 690.3}, {90 °, 42 426.4}, {95 °, 44 405.6},
 {100 °, 46 671.7}, {105 °, 49 280.4}, {110 °, 52 303.4}, {115 °, 55 834.8},
 {120 °, 60 000.}, {125 °, 64 970.4}, {130 °, 70 986.}, {135 °, 78 393.8},
 {140 °, 87 714.1}, {145 °, 99 765.3}, {150 °, 115 911.}, {155 °, 138 607.},
 {160 °, 172 763.}, {165 °, 229 839.}, {170 °, 344 211.}, {175 °, 687 768.}}
```

ad 4. graf d - α , úhel opět v radiánech !!!

```
ListPlot[Table[{bbb[[1]], Sqrt[2 * bbb[[2]] / (pi * 60)]}, {bbb, pomocna}],
  AxesLabel -> {"rad", "d"}]
```



Závěr:

Podle výsledků vidíme, že se průměr článku řetězu a síla v jeho větvi mění v závislosti na úhlu zavěšení a to tak, že čím je větší úhel tím narůstají hodnoty síly velmi prudce od úhlu $\alpha = 90^\circ$. Průměr článku neroste stejně rychle, protože se napětí mění s druhou mocninou průměru "d". Praktický důsledek, který pro nás má tento výpočet je tedy jasný : nikdy nepoužívat příliš krátkých vázacích lan a řetězů, neboť i při jejich zdánlivé dostatečné pevnosti může dojít k jejich přetržení. Maximum doporučeného rozevření je : $\alpha = 60^\circ$

Příklad k procvičení:

Sestrojte stejné grafy závislostí, jako v předcházejícím příkladě pro rozdílné hodnoty dovoleného napětí v tahu $\sigma_{Dt} = 80 ; 120 ; 160 ; 200 \text{ Mpa}$, při stejném zatížení a stejných úhlech zavěšení - porovnejte.

Zdroje

Mechanika II Pružnost & pevnost Kunc, Zima a Wanner SNTL Praha 1959
Strojnické tabulky Vávra a kol.